

**Analisis Kemiripan 20 Aksesori Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) Berdasarkan Warna Rimpang, Hasil Ekstrak, dan Kandungan Fitokimia**

***Similarity Analysis of 20 Promising Accessions of *Curcuma aeruginosa* Roxb. Based on Rhizome Color, Extract Yield, and Phytochemical Contents***

**Waras Nurcholish<sup>1,3,4</sup>, Nurul Khumaidah<sup>2\*</sup>, Muhamad Syukur<sup>2</sup>, dan Maria Bintang<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

<sup>2</sup>Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Indonesia

<sup>4</sup>Pusat Studi Biofarmaka Tropika, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Indonesia

Diterima 7 Desember 2015/Disetujui 18 Februari 2016

**ABSTRACT**

*Curcuma aeruginosa* Roxb., popularly known as “temu ireng”, is considered as a potential source of medicinal plant for pharmacological activities. However, varieties of *C. aeruginosa* are still limited in Indonesia so it needs more accessions for improvement and development of new varieties. Rhizome colors, phytochemical contents and extract yield from 20 promising lines of *C. aeruginosa* were investigated by qualitative method for rhizome colors and phytochemical contents, and maceration method using 70% ethanol for yield extract. Similarity analysis was used for cluster analysis based on rhizome colors, phytochemical contents and yield extract. Blue was the color characterization of rhizome *C. aeruginosa*. The extract yield for 20 promising lines of *C. aeruginosa* varied from 7.92 to 19.71%, with KN and BH promising lines having the lowest and highest value, respectively. All promising lines of *C. aeruginosa* contain saponin and triterpenoid. Based on similarity analysis, all promising lines could be divided into 3 clusters. Cluster I consisted of 14 promising lines i.e. WG, SH, KA, GD, BH, KP, NW, PW, MB, PR, PT, KN, MD, and PK. Cluster II consisted of 4 promising lines i.e. LC, CB, KL, and GK. Cluster III consisted of 2 promising lines i.e. KD and SG.

Keywords: promising lines, saponin, triterpenoid

**ABSTRAK**

*Curcuma aeruginosa* Roxb. dikenal sebagai temu ireng yang potensial sebagai tanaman obat untuk beberapa aktivitas farmakologi. Namun di Indonesia varietas masih terbatas sehingga diperlukan aksesori yang dapat digunakan untuk meningkatkan dan mengembangkan varietas baru temu ireng. Dua puluh aksesori tanaman temu ireng dianalisis warna rimpang, kandungan fitokimia, dan produktivitas ekstrak dengan metode kualitatif untuk warna rimpang dan kandungan fitokimia, dan metode maserasi dengan etanol 70% untuk produktivitas ekstrak. Analisis kemiripan dilakukan dengan analisis kluster berdasarkan warna rimpang, kandungan fitokimia, dan produktivitas ekstrak. Warna biru merupakan karakterisasi yang khas pada rimpang temu ireng. Produktivitas ekstrak etanol 70% dari 20 aksesori temu ireng berkisar 7.92-19.71%, dengan produktivitas ekstrak terendah dari aksesori KN sedangkan tertinggi oleh aksesori BH. Semua aksesori temu ireng diketahui mengandung saponin dan triterpenoid. Berdasarkan analisis kemiripan, semua aksesori temu ireng dapat dibagi dalam 3 kelompok. Kelompok I terdiri atas 14 aksesori meliputi WG, SH, KA, GD, BH, KP, NW, PW, MB, PR, PT, KN, MD, dan PK. Kelompok II terdiri atas 4 aksesori meliputi LC, CB, KL, dan GK. Kelompok III terdiri atas 2 aksesori meliputi KD dan SG.

Kata kunci: aksesori, produktivitas ekstrak, saponin, triterpenoid

**PENDAHULUAN**

Temu Ireng (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) merupakan tanaman obat dalam bentuk rimpang dari keluarga

Zingiberaceae yang banyak ditemui di berbagai lokasi di Indonesia (Bos *et al.*, 2007). Khasiat obat dari tanaman temu ireng telah ditunjukkan dari beberapa kajian farmakologi, diantaranya adalah sebagai antikanker (Jantan *et al.*, 2005), antioksidan (Choudhury *et al.*, 2013), antivirus pada HIV-1 (Otake *et al.*, 1995) dan antivirus flu burung pada unggas

\* Penulis untuk korespondensi. e-mail: nkhumaidah@yahoo.com

(Priosoeryanto *et al.*, 2011; Priosoeryanto *et al.*, 2014), antiinflamasi (Reanmongkol *et al.*, 2006), antimikroba (Jose dan Thomas, 2014; Kamazeri *et al.*, 2012), antiandrogenik (Suphrom *et al.*, 2012), dan berkhasiat dalam meningkatkan kadar trombosit darah (Moektiwardoyo *et al.*, 2014).

Berdasarkan potensi farmakologi maka sangat penting dilakukan pemuliaan tanaman temu ireng untuk menghasilkan tanaman yang berkualitas dan berkhasiat dalam pengobatan. Namun di Indonesia sampai tahun 2015 belum terdapat komoditas tanaman temu ireng yang terdaftar dalam perlindungan varietas maupun varietas yang dilepas (PPVTPP, 2015). Salah satu pemuliaan/perbanyak tanaman temu ireng dapat dilakukan secara aseksual dengan menggunakan umbi/rimpang (Theanphong *et al.*, 2010). Kualitas dan khasiat tanaman obat ditentukan oleh kandungan fitokimia metabolit sekunder yang terekstrak dari suatu tanaman obat (Houghton, 2001). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis kemiripan berdasarkan karakter warna rimpang, hasil ekstrak dan kandungan fitokimia terhadap 20 aksesi temu ireng. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi untuk digunakan dalam program pemuliaan tanaman temu ireng Indonesia.

## BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan sebagai sampel penelitian adalah rimpang 20 aksesi temu ireng hasil eksplorasi dengan posisi geografis dari masing-masing aksesi tersaji pada Tabel 1, yang dilakukan pada Februari 2015. Pelarut ekstraksi dilakukan dengan menggunakan etanol yang diperoleh dari Sigma-Aldrich (St Louis, USA).

Rimpang basah dari 20 aksesi temu ireng dikarakterisasi warna rimpang. Masing-masing rimpang dipotong secara vertikal dan horizontol selanjutnya dikarakterisasi adanya warna biru sebagai warna khas yang ada pada rimpang temu ireng (Jose dan Thomas, 2014). Setelah karakterisasi warna rimpang dilanjutkan dengan preparasi rimpang, yaitu rimpang dibersihkan dengan menggunakan air, dipotong tipis dan dikeringkan dengan menggunakan matahari selama kurang lebih 5 hari sampai kadar air < 10%. Rimpang yang telah kering digerus untuk menghasilkan serbuk temu ireng dengan ukuran 100 mesh. Serbuk temu ireng sebanyak 100 g diekstraksi dengan metode maserasi sesuai metode yang telah kami kembangkan (Nurcholis *et al.*, 2015), yaitu dengan menggunakan pelarut etanol 70% pada perbandingan 1:10 selama 48 jam. Setiap 1x24 jam

Tabel 1. Deskripsi letak sumber aksesi tanaman temu ireng berdasarkan *Google Earth*

Kode aksesi	Lokasi	Koordinat geografi		Ketinggian (m dpl)*	Tipe iklim#
		Garis lintang (S)	Garis bujur (E)		
MD	Madura, Jawa Timur	7°02'48.90"	112°43'47.32"	4	D
KD	Kediri, Jawa Timur	7°50'39.52"	111°53'54.93"	489	C
PR	Ponorogo, Jawa Timur	7°51'51.47"	111°28'11.78"	106	C
PT	Pacitan, Jawa Timur	8°11'59.56"	111°06'13.34"	7	C
NW	Ngawi, Jawa Timur	7°29'52.21"	111°09'22.78"	345	B
KA	Karanganyar, Jawa Tengah	7°39'49.37"	111°08'01.93"	1113	C
SG	Sragen, Jawa Tengah	7°24'22.14"	111°07'12.84"	90	C
GD	Gede, Solo, Jawa Tengah	7°34'08.83"	110°49'54.53"	95	C
KL	Klewer, Solo, Jawa Tengah	7°35'05.66"	110°49'45.38"	96	C
SH	Sukoharjo, Jawa Tengah	7°44'41.62"	110°52'41.14"	111	D
WG	Wonogiri, Jawa Tengah	7°57'22.83"	110°59'37.51"	378	C
PW	Purworejo, Jawa Tengah	7°44'25.35"	110°01'59.00"	56	B
PK	Pakem, Yogyakarta	7°39'55.46"	110°25'11.30"	424	D
BH	Beringharjo, Yogyakarta	7°47'56.40"	110°22'01.56"	115	C
KP	Kulonprogo, Yogyakarta	7°56'25.03"	110°14'20.30"	20	D
GK	Gunung Kidul, Yogyakarta	7°58'04.87"	110°36'09.67"	180	D
KN	Kendal, Jawa Tengah	7°00'55.14"	110°16'05.98"	78	C
LC	Losari, Cirebon, Jawa Barat	6°48'17.09"	108°48'06.04"	1	C
CB	Ciampea, Bogor, Jawa Barat	6°32'35.89"	106°41'22.41"	148	A
MB	Muara Bungo, Jambi	1°37'00.61"	102°22'16.28"	65	A

Keterangan: \*dpl = di atas permukaan laut; # = berdasarkan Schmidt Ferguson

filtrat diambil dengan cara disaring, kemudian ekstraksi dilanjutkan 1x24 jam sesuai tahapan sebelumnya. Filtrat yang dikumpulkan selanjutnya diuapkan dengan penguap vakum (evaporator) untuk mendapatkan ekstrak kental pada suhu ± 50°C. Ekstrak yang dihasilkan dibandingkan dengan serbuk temu ireng merupakan produktivitas ekstrak yang ditampilkan dalam persen. Ekstraksi dilakukan secara simпло tanpa pengulangan.

Hasil ekstrak dianalisis kandungan fitokimia secara kualitatif berdasarkan metode standar sesuai Harborne (1998) untuk menentukan adanya senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, terpenoid, dan steroid. Adanya alkaloid ditunjukkan dengan warna endapan putih dengan pereaksi Meyer, endapan coklat dengan pereaksi Wagner, dan endapan merah oleh pereaksi Dragendroff. Adanya warna jingga dengan serbuk Mg<sup>2+</sup>, larutan HCl dalam etanol (1:1) dan larutan amil alkohol menunjukkan adanya senyawa flavonoid. Penambahan FeCl<sub>3</sub> 1% pada ekstrak memberikan warna biru tua menunjukkan adanya senyawa tanin. Pelarutan sampel dengan akuades dan pemanasan serta pengocokan yang menunjukkan adanya busa selama pengocokan memberikan gambaran dalam sampel terdapat senyawa saponin. Ekstrak sampel dengan pereaksi Lieberman Burchard yang memberikan warna merah/biru menunjukkan adanya terpenoid, sementara jika warna biru/hijau menunjukkan adanya steroid.

Kemiripan antara aksesori dianalisis dengan analisis kluster dengan metode hirarkis untuk mendapatkan dendrogram pola pengelompokan dan keragaman dengan menggunakan SPSS 16.0.

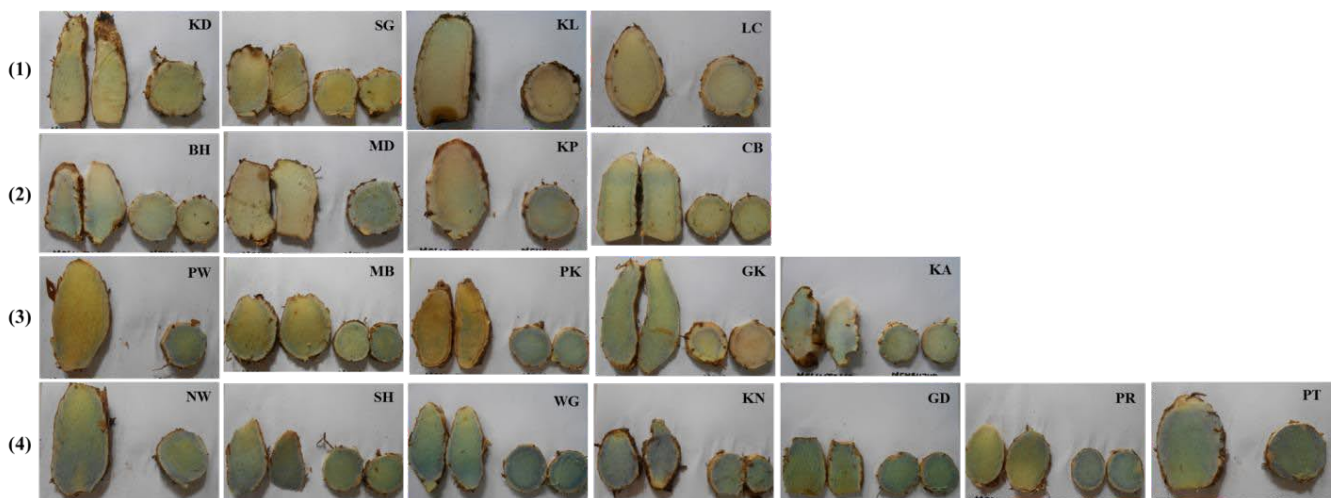
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil karakterisasi warna rimpang menunjukkan 20 aksesori temu ireng terbagi dalam 4 kelompok, yaitu : (1) hampir tidak memiliki warna biru; (2) sedikit memiliki warna biru; (3) cukup banyak memiliki warna biru; dan (4) sangat

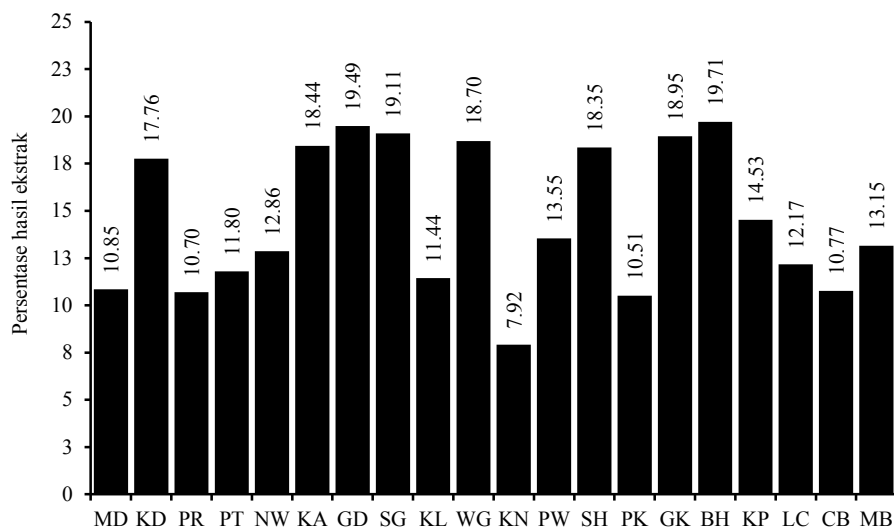
banyak memiliki warna biru (Gambar 1). Adanya warna biru merupakan warna yang khas pada rimpang temu ireng (Jose dan Thomas, 2014), yang menjadi pembeda dengan rimpang lain seperti temulawak (Cahyono *et al.*, 2011) dan kunyit (Kadam *et al.*, 2013) yang memiliki warna dominan kuning karena adanya kandungan senyawa kurkuminoid.

Hasil ekstrak etanol 70% dari 20 aksesori temu ireng berkisar 7.92-19.71%, dengan hasil ekstrak tertinggi dihasilkan oleh aksesori Bringham (BH), sedangkan terendah dari aksesori Kendal (KN) (Gambar 2). Berdasarkan variasi hasil ekstrak tersebut menunjukkan bahwa sumber aksesori sangat berpengaruh dalam menentukan jumlah ekstrak yang dihasilkan. Hasil tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan produktivitas ekstrak etanol oleh Moektiwardoyo *et al.* (2014), yang mencapai 24.13%. Perbedaan tersebut lebih dimungkinkan karena lamanya waktu maserasi, yaitu dalam Moektiwardoyo *et al.* (2014) lama waktu maserasi sampai 3 hari, sedangkan dalam penelitian ini hanya 2 hari.

Tabel 2 menunjukkan kandungan fitokimia (kualitatif) dari ekstrak etanol 20 aksesori tanaman temu ireng. Semua aksesori temu ireng menunjukkan adanya metabolit sekunder saponin dan triterpenoid meskipun secara kuantitatif warna terdapat variasi. Sedangkan untuk metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, dan steroid tidak teridentifikasi dari 20 aksesori temu ireng yang dianalisis. Adanya kandungan terpenoid dan saponin menjadikan temu ireng berpotensi sebagai obat. Wang *et al.* (2015) menunjukkan saponin berkhasiat sebagai antioksidan dan hepatoprotektor. Beberapa penelitian lain menunjukkan bahwa saponin berkhasiat juga sebagai antikanker (Man *et al.*, 2015; Yuan *et al.*, 2013), meningkatkan imunitas pada unggas (Yu *et al.*, 2015a), antitumor (Yu *et al.*, 2015b), dan imunomodulator (Nalbantsoy *et al.*, 2012). Metabolit sekunder triterpenoid melalui kajian farmakologi telah diketahui berkhasiat diantaranya sebagai antiaterosklerosis (Zheng *et al.*, 2015), antikanker (Farimani *et al.*, 2015), hepatoprotektor (Gan *et al.*, 2015), dan antioksidan (Qiao *et al.*, 2015). Dengan



Gambar 1. Karakterisasi warna rimpang aksesori temu ireng: (1) hampir tidak memiliki warna biru; (2) sedikit memiliki warna biru; (3) cukup banyak memiliki warna biru; dan (4) sangat banyak memiliki warna biru



Gambar 2. Produktivitas ekstrak etanol 70% dari 20 aksesori rimpang temu ireng

metabolit sekunder saponin dan triterpenoid sebaiknya menjadi dasar dalam kegiatan program pemuliaan tanaman temu ireng yang dikorelasikan dengan aspek kualitas, khasiat dan keamanannya.

Analisis kemiripan yang dilakukan pada 20 aksesori temu ireng terhadap warna rimpang, hasil ekstrak, dan analisis fitokimia menghasilkan dendrogram seperti tersaji pada Gambar 3. Ketidakmiripan didasarkan pada skala jarak

Tabel 2. Analisis kandungan fitokimia 20 aksesori tanaman temu ireng

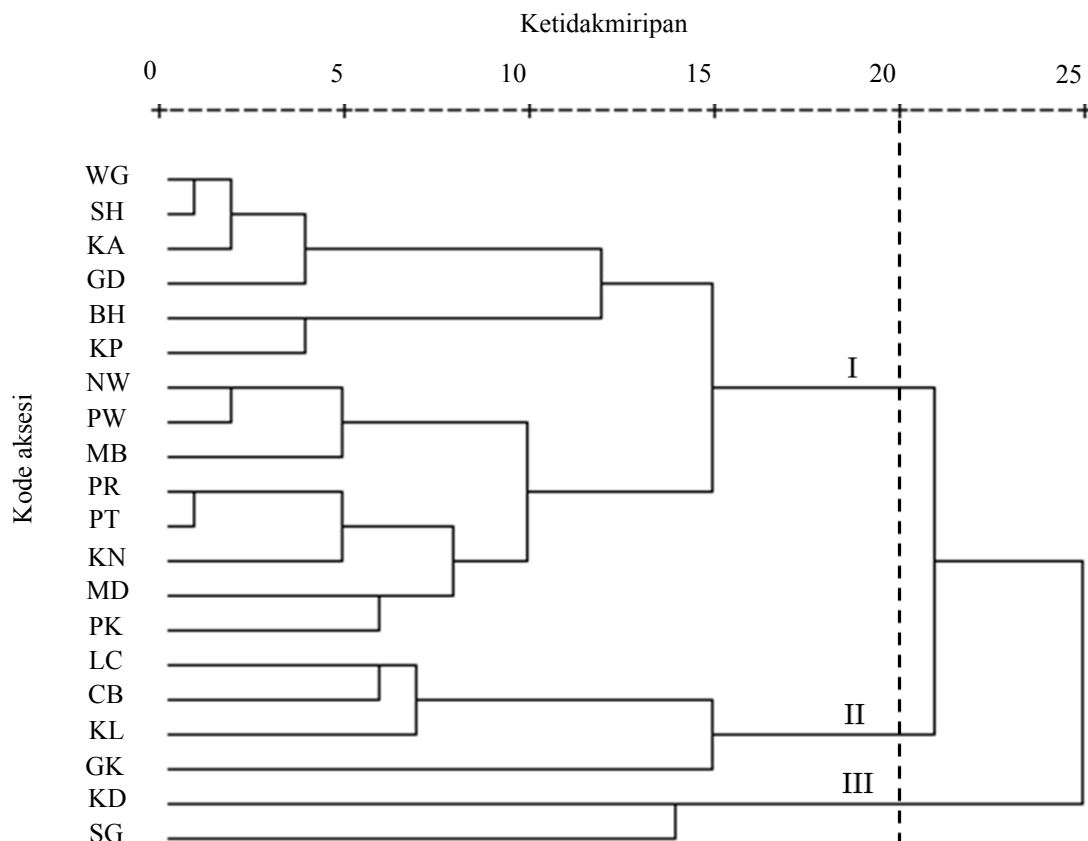
Kode aksesori	Analisis kandungan fitokimia					
	Alkaloid	Flavonoid	Tanin	Saponin	Triterpenoid	Steroids
MD	-	-	-	++	+	-
KD	-	-	-	+	+++	-
PR	-	-	-	++	+	-
PT	-	-	-	++	+	-
NW	-	-	-	+	++	-
KA	-	-	-	++	+	-
GD	-	-	-	++	++	-
SG	-	-	-	+	+	-
KL	-	-	-	++	+++	-
WG	-	-	-	++	+	-
KN	-	-	-	++	++	-
PW	-	-	-	+	++	-
SH	-	-	-	++	+	-
PK	-	-	-	+++	+	-
GK	-	-	-	+++	+++	-
BH	-	-	-	+++	+	-
KP	-	-	-	+++	+	-
LC	-	-	-	+++	++	-
CB	-	-	-	+++	+++	-
MB	-	-	-	++	++	-

Keterangan: - = tidak teridentifikasi; + = teridentifikasi dengan jumlah sedikit; ++ = teridentifikasi dengan jumlah cukup banyak; +++ = teridentifikasi dengan jumlah banyak

pengelompokan *euclid* dengan nilai 0-25. Pengelompokan aksesori yang semakin ke arah 0 (nol) menandakan aksesori tersebut memiliki kemiripan genetik yang tinggi atau ketidakmiripan yang rendah (Undang *et al.*, 2015). Pada tingkat kemiripan 80% (skala jarak 20), 20 aksesori temu ireng dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Kelompok I terdiri atas 14 aksesori meliputi WG, SH, KA, GD, BH, KP, NW, PW, MB, PR, PT, KN, MD, dan PK. Kelompok II terdiri atas 4 aksesori meliputi LC, CB, KL, dan GK. Kelompok III terdiri atas 2 aksesori meliputi KD dan SG.

Aksesori temu ireng diperoleh dari berbagai lokasi (Tabel 1) yang mewakili dataran rendah (Madura, Ponorogo, Pacitan, Ngawi, Sragen, Gede, Klewer, Sukoharjo, Wonogiri, Purworejo, Beringharjo, Kulonprogo, Gunung Kidul, Kendal, Losari, Ciampea dan Muara Bungo), dataran menengah (Kediri dan Pakem), dan dataran tinggi (Karanganyar). Lokasi sumber aksesori temu ireng juga mewakili tipe iklim Schmidt Ferguson meliputi tipe A (Ciampea dan Muara Bungo), tipe B (Ngawi dan Purworejo), tipe C (Kediri, Ponorogo, Pacitan, Karanganyar, Sragen, Gede, Klewer, Wonogiri, Beringharjo, Kendal, dan Losari), dan tipe D (Madura, Sukoharjo, Pakem, Kulon Progo, dan Gunung Kidul). Analisis kemiripan (Gambar 3) menunjukkan bahwa lokasi geografis yang berbeda tidak menentukan kemiripan atau kedekatan aksesori temu ireng berdasarkan karakter warna rimpang, hasil ekstrak dan kandungan fitokimia. Kelompok I merupakan aksesori

temu ireng yang berasal dari dataran rendah (4-378 m dpl), dataran tengah (424 m dpl) dan dataran tinggi (1113 m dpl) dengan tipe iklim A, B, C, dan D. Kelompok II merupakan aksesori temu ireng yang berasal dari dataran rendah (1-180 m dpl) dengan tipe iklim A, C dan D. Sementara itu kelompok III terdiri dari aksesori yang berasal dari dataran rendah (95 m dpl) dan dataran tengah (489 m dpl) dengan tipe iklim C. Dengan demikian sangat dimungkinkan ketidakmiripan antar aksesori temu ireng disebabkan oleh faktor genetik tanaman dan penanaman *ex situ* yang dilakukan. Adanya keragaman genetik sangat dimungkinkan terjadi sehingga memberikan jarak genetik yang berbeda. Keragaman genetik pada geografis/lokasi yang sama dimungkinkan terjadi karena faktor adaptasi yang berlangsung terus menerus yang menyebabkan terjadinya perubahan biokimia dan fisiologi (Susantidiana *et al.*, 2009). Pola penanaman *ex situ* juga memungkinkan terjadinya keragaman genetik meskipun sebagian besar aksesori diperoleh dari lokasi semak belukar yang tumbuh liar tanpa metode budidaya. Namun kondisi agrobiofisik dari masing-masing lokasi akan sangat menentukan pertumbuhan dan respon yang berbeda sehingga memberikan ekspresi genetik yang berbeda. Hal tersebut sangat sesuai dengan penelitian lain yang kami lakukan yang menunjukkan bahwa terdapat variasi bahan bioaktif pada rimpang temulawak yang ditanam dalam kondisi agrobiofisik yang berbeda (Nurcholis *et al.*, 2012).



Gambar 3. Dendrogram hasil analisis kemiripan 20 aksesori rimpang temu ireng

## KESIMPULAN

Berdasarkan karakter warna rimpang, produktivitas ekstrak dan kandungan fitokimia, 20 aksesori temu ireng memiliki karakter warna biru pada rimpang, hasil ekstrak berkisar 7.92-19.71%, dan kandungan fitokimia terdiri atas saponin dan triterpenoid. Analisis kemiripan terbagi dalam 3 kelompok yaitu kelompok I empat belas aksesori (WG, SH, KA, GD, BH, KP, NW, PW, MB, PR, PT, KN, MD, dan PK), kelompok II empat aksesori (LC, CB, KL, dan GK), dan kelompok III dua aksesori (KD dan SG). Diperlukan evaluasi performa dari 20 aksesori tanaman temu ireng.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih disampaikan pada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi untuk dukungan pendanaan melalui skim Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Institut Pertanian Bogor (082/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/II/2015) dan program beasiswa doktor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bos, R., T. Windono, H.J. Woerdenbag, Y.L. Boersma, A. Koulman, O. Kayser. 2007. HPLC-photodiode array detection analysis of curcuminoids in *Curcuma* species indigenous to Indonesia. *Phytochem. Anal.* 18:118-122.
- Cahyono, B., M.D.K. Huda, L. Limantara. 2011. Pengaruh proses pengeringan rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) terhadap kandungan dan komposisi kurkuminoid. *Reaktor* 13:165-171.
- Choudhury, D., M. Ghosal, A.P. Das, P. Mandal. 2013. Development of single node cutting propagation techniques and evaluation of antioxidant activity of *Curcuma aeruginosa* Roxburgh rhizome. *Int. J. Pharm. Pharm. Sci.* 5:227-234.
- Farimani, M.M., M.B. Bahadori, S.A. Koulaei, P. Salehi, S.N. Ebrahimi, H.R. Khavasi, M. Hamburger. 2015. New ursane triterpenoids from *Salvia urmiensis* Bunge: Absolute configuration and anti-proliferative activity. *Fitoterapia* 106:1-6.
- Gan, L.S., D.J. Zheng, Q. Liu, J. Zhou, M.Z. Zhang, W. Yao, B.H. Shao, J.X. Mo, C.X. Zhou. 2015. Eight new cycloartane triterpenoids from *Beesia calthifolia* with hepatoprotective effects against d-galactosamine induced L02 cell damage. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 25:3845-3849.
- Harbone, J.B. 1998. *Phytochemical Methods*. Chapman and Hall, London.
- Houghton, P.J. 2001. Old yet new-pharmaceuticals from plants. *J. Chem. Educ.* 78:175-184.
- Jantan, I., I.A.A. Rafi, J. Jalil. 2005. Plateletactivating factor (PAF) receptor-binding antagonist activity of Malaysian medicinal plants. *Phytomedicine* 12:88-92.
- Jose, S., T.D. Thomas. 2014. Comparative phytochemical and anti-bacterial studies of two indigenous medicinal plants *Curcuma caesia* Roxb. and *Curcuma aeruginosa* Roxb. *Int. J. Green. Pharm.* 8:65-71.
- Kadam, P.V., K.N. Yadav, F.A. Patel, F.A. Karjekar, M.K. Patidar, M.J. Patil. 2013. Pharmacognostic, phytochemical and physicochemical studies of *Curcuma longa* Linn. rhizome. *Int. J. Pharm.* 3:514-520.
- Kamazeri, T.S.A.T., O.B. Samah, M. Taher, D. Susanti, H. Qaralleh. 2012. Antimicrobial activity and essential oils of *Curcuma aeruginosa*, *Curcuma mangga*, and *Zingiber cassumunar* from Malaysia. *Asian. Pac. J. Trop. Med.* 2012:202-209.
- Man, S., J. Li, W. Fan, H. Chai, Z. Liu, W. Gao. 2015. Inhibition of pulmonary adenoma in diethylnitrosamine-induced rats by *Rhizoma paridis* saponins. *J. Steroid Biochem. Mol. Biol.* 154:62-67.
- Moektiwardoyo, W.M., A. Tjitraesmi, Y. Susilawati, Y. Iskandar, E. Halimah, D. Zahryanti. 2014. The potential of dewa leaves (*Gynura pseudochina* (L) D.C) and temu ireng rhizomes (*Curcuma aeruginosa* Roxb.) as medicinal herbs for dengue fever treatment. *Procedia. Chem.* 13:134-141.
- Nalbantsoy, A., T. Nesil, Ö. Yilmaz-Dilsiz, G. Aksu, S. Khan, E. Bedir. 2012. Evaluation of the immunomodulatory properties in mice and in vitro anti-inflammatory activity of cycloartane type saponins from *Astragalus* species. *J. Ethnopharmacol.* 139:574-581.
- Nurcholis, W., N. Khumaida, M. Syukur, M. Bintang, I.D.A.A.C. Ardyani. 2015. Phytochemical screening, antioxidant and cytotoxic activities in extracts different rhizome parts from *Curcuma aeruginosa* RoxB. *Int. J. Res. Ayurveda Pharm.* 6:634-637.
- Nurcholis, W., E.D. Purwakusumah, M. Rahardjo, L.K. Darusman. 2012. Variasi bahan bioaktif dan bioaktivitas tiga nomor harapan temulawak pada lokasi budidaya berbeda. *J. Agron. Indonesia* 40: 153-159.
- Otake, T., H. Mori, M. Morimoto, N. Ueba, S. Sutardjo, I.T. Kusumoto, M. Hattori, T. Namba. 1995. Screening of Indonesian plant extracts for antihuman immunodeficiency virus-type 1 (HIV-1) activity. *Phytother. Res.* 9:6-10.

- Priosoeryanto, B.P., W. Nurcholis, E.D. Purwakusumah, L.K. Darusman. 2011. Formula Ekstrak Temulawak, Meniran, Sambiloto dan Temu Ireng sebagai Imunostimulan untuk Menanggulangi Penyakit Flu Burung (*Avian Influenza*). Usulan Paten. Direktorat Riset dan Inovasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Priosoeryanto, B.P., W. Nurcholis, E.D. Purwakusumah, L.K. Darusman. 2014. Formula Temulawak, Meniran, Sambiloto dan Temuireng untuk Menanggulangi dan Mencegah Flu Burung (*Avian Influenza*) serta Aplikasinya dalam Pakan Unggas untuk Meningkatkan Imunostimulan dan Performa. Usulan Paten. Direktorat Riset dan Inovasi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- [PPVTPP] Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian. 2015. Sistem informasi database varietas tanaman. <http://ppvtp.setjen.pertanian.go.id/> [7 November 2015].
- Qiao, A., Y. Wang, L. Xiang, Z. Zhang, X. He. 2015. Novel triterpenoids isolated from hawthorn berries functioned as antioxidant and antiproliferative activities. *J. Funct. Foods*. 13:308-313.
- Reanmongkol, W., S. Subhadhirasakul, N. Khaisombat, P. Fuengnawakit, N. Jantasila, A. Khamjun. 2006. Investigation the antinociceptive, antipyretic and anti-inflammatory activities of *Curcuma aeruginosa* Roxb. extracts in experimental animals. *Songklanakarinn. J. Sci. Technol.* 28:999-1008.
- Suphrom, N., G. Pumthong, N. Khorana, N. Waranuch, N. Limpeanchob, K. Ingkaninan. 2012. Anti-androgenic effect of sesquiterpenes isolated from the rhizomes of *Curcuma aeruginosa* Roxb. *Fitoterapia* 83:864-871.
- Susantidiana, A. Wijaya, B. Lakitan, M. Surahman. 2009. Identifikasi beberapa aksesori jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) melalui analisis RAPD dan morfologi. *J. Agron. Indonesia* 37:167-173.
- Theanphong, O., T. Songsak, C. Kirdmanee. 2010. Effect of plant growth regulators on micropropagation of *Curcuma aeruginosa* Roxb. *Thai. J. Bot.* 2:135-142.
- Undang, M. Syukur, Sobir. 2015. Identifikasi spesies cabai rawit (*Capsicum* spp.) berdasarkan daya silang dan karakter morfologi. *J. Agron. Indonesia* 43:118-125.
- Wang, M., X.J. Zhang, F. Liu, Y. Hu, C. He, P. Li, H. Su, J.B. Wan. 2015. Saponins isolated from the leaves of *Panax notoginseng* protect against alcoholic liver injury via inhibiting ethanol-induced oxidative stress and gut-derived endotoxin-mediated inflammation. *J. Funct. Foods* 19:214-224.
- Yu, J., F.S. Shi, S. Hu. 2015a. Improved immune responses to a bivalent vaccine of Newcastle disease and avian influenza in chickens by ginseng stem-leaf saponins. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 167:147-155.
- Yu, S., X. Ye, L. Chen, X. Xie, Q. Zhou, X.Y. Lian, Z. Zhang. 2015b. Cytotoxic and anti-colorectal tumor effects of sulfated saponins from sea cucumber *Holothuria moebii*. *Phytomedicine* 22:1112-1119.
- Yuan, W., P. Wang, Z. Su, V.S. Wang, S. Li. 2013. Cytotoxic triterpenoid saponins from husks of *Aesculus californica* (Spach) Nutt. *Phytochem.* 90:95-105.
- Zheng, J., H. Zhou, Y. Zhao, Q. Lun, B. Liu, P. Tu. 2015. Triterpenoid-enriched extract of *Ilex kudingcha* inhibits aggregated LDL-induced lipid deposition in macrophages by downregulating low density lipoprotein receptor-related protein 1 (LRP1). *J. Funct. Foods* 18:643-652.